

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-296266

(43)公開日 平成9年(1997)11月18日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/38			C 2 3 C 14/38	
14/14			14/14	D

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平8-113936

(22)出願日 平成8年(1996)5月8日

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 清水 潤一

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 海老沢 純一

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 鈴木 すすむ

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(74)代理人 弁理士 泉名 謙治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スパッタ方法

(57)【要約】

【課題】ターゲットの表面積あたりの電力密度が $1\text{ W}/\text{cm}^2$ 以下の少ない電力で薄膜形成が可能な実用性に富むスパッタ方法の提供。

【解決手段】金属ターゲットを用い、平均電力密度をターゲットの単位表面積あたり $1\text{ W}/\text{cm}^2$ 以下とし、パルス状の電力として、1周期中の電力投入時間比が0.5~0.05であるパルス状の電力を用いるスパッタ方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空中に排気された真空室内に、所定の流量のガスを導入し、カソード電極に薄膜の材料となるターゲット材を装着したターゲットを用い、ターゲットに周期的なパルス状の電力を印加するスパッタ方法において、前記電力の平均電力密度をターゲットの単位表面積あたり  $1\text{ W}/\text{cm}^2$  以下とし、パルス状の電力として、カソードにスパッタ電力を投入している時間／（スパッタ電力を投入している時間＋スパッタ電力を投入していない時間）で与えられる比が  $0.5 \sim 0.05$  であるパルス状の電力を用いることを特徴とするスパッタ方法。

【請求項2】 カソードにスパッタ電力を投入している時間を1周期中で  $5\mu\text{s}$  以上とすることを特徴とする請求項1のスパッタ方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スパッタ方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、スパッタにより薄膜を作成する方法は広く工業的に応用されていて、特に直流電力を印加してターゲット表面周辺にプラズマの密度の大きいグロー放電を発生させる直流マグネトロンスパッタ法は、薄膜形成速度の調整が印加する電力を調整することで簡単に行えることから、基板上に形成する薄膜の厚みを精度良く任意に制御することができる。

【0003】 しかし、比較的低電力を印加して非常に薄い薄膜を得ようとする、基板に形成される薄膜が連続した構造を持つ膜にならないなど、本来得ようとする性状と異なることがあり問題であった。

【0004】 例えば、直径約  $150\text{ mm}$ 、面積  $177\text{ cm}^2$  の円盤状の銀のターゲット材を装着した図1の装置において、アルゴンガスを導入し厚さ  $100\text{ Å}$  の銀の薄膜を得ようとした場合、従来の直流マグネトロンスパッタ装置では、 $300\text{ W}$  の電力（電力密度は  $1.7\text{ W}/\text{cm}^2$ ）でスパッタすると約4秒で終了する。薄膜形成速度は毎秒  $25\text{ Å}$  である。放電電圧は  $465\text{ V}$ 、電流は  $0.6\text{ A}$  であった。この場合、次の問題点がある。

【0005】 まず、薄膜形成速度が速すぎて、正確な膜厚を再現性良く得るのが困難である。スパッタ装置では、薄膜形成前にプレスパッタを行って、ターゲット表面を清浄にして、シャッターを開いて基板への堆積を行うのが普通であるが、このような速い速度では、例えばシャッターの開閉動作だけで薄膜形成が終了してしまうし、場合によっては、シャッターの開閉に伴って生じるプラズマインピーダンスの変動に応じて、直流電源がその出力を修正している内に薄膜の生成が終了してしまうことになるので、一連の運転が困難である。

【0006】 スパッタの直流電力を下げても薄膜形成速度を制御するのが普通であるが、これ以上低い電力では放

電が不安定になり薄膜形成が困難である。この問題は小電力でも安定な出力が可能な特殊な直流電源の使用により解決できるが、 $300\text{ W}$  よりも少ない電力では、基板上に生成した膜が連続的な均一な薄膜にならず、空孔が生じた。

【0007】 つまり、工業的に広く応用されている通常の直流スパッタ装置では、ある程度大きな電力以上を投入しないと安定な性能が得られず、所望の薄膜が薄く、そして薄膜形成速度が速い場合は、事実上使用が不可能であった。

【0008】 そこで、少ない電力で薄膜形成が可能な実用性に富むスパッタ方法が望まれていた。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、ターゲットの表面積あたりの電力密度が  $1\text{ W}/\text{cm}^2$  以下の少ない電力で薄膜形成が可能な実用性に富むスパッタ方法の提供を目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は、真空中に排気された真空室内に、所定の流量のガスを導入し、カソード電極に薄膜の材料となるターゲット材を装着したターゲットを用い、ターゲットに周期的なパルス状の電力を印加するスパッタ方法において、ターゲットとして金属ターゲットを用い、前記電力の平均電力密度をターゲットの単位表面積あたり  $1\text{ W}/\text{cm}^2$  以下とし、パルス状の電力として、カソードにスパッタ電力を投入している時間／（スパッタ電力を投入している時間＋スパッタ電力を投入していない時間）で与えられる比が  $0.5 \sim 0.05$  であるパルス状の電力を用いることを特徴とするスパッタ方法を提供する。

【0011】 ターゲットとしては、金属ターゲット、例えば銀ターゲットなどが例示できる。

【0012】 図1は、本発明のスパッタ装置を模式的に示したものである。スパッタされるターゲット材1を装着したカソード2と、それと電気的に対極となるアノード3、および薄膜を形成する基板4を真空室5内に配置し、カソード2、アノード3には電源6によりスパッタに必要な電力が供給され、その平均電力は、ターゲット材1の表面積の  $1\text{ cm}^2$  あたり  $1\text{ W}$  以下の電力で放電している。

【0013】 電源6は、図2に示したような周期的なパルス電力を発生できるものである。カソードにスパッタ電力を投入している時間  $T_{\text{on}}$ ／（スパッタ電力を投入している時間  $T_{\text{on}}$ ＋スパッタ電力を投入していない時間  $T_{\text{off}}$ ）で与えられる比（以下、デューティー比という）は  $0.5 \sim 0.05$  である。

【0014】 一般に、パルス状の波形の平均電力  $P_{\text{ave}}$  とデューティー比  $\rho$  との関係は次式で示される。 $P_{\text{max}}$  はスパッタを実際に行っている瞬時の最大電力である。

## 【0015】

3

【数1】 $\rho = T_{on} / (T_{on} + T_{off})$

【0016】

【数2】 $P_{ave} = \rho P_{max}$

【0017】従って、スパッタを行っている瞬時の最大電力 $P_{max}$ は、平均電力 $P_{ave}$ の2～20倍である。

【0018】また、1周期あたりの $T_{on}$ は、5 $\mu$ 秒以上が好ましい。これは、5 $\mu$ 秒未満、すなわち、100kHz以上の周波数になると、電極の構造や配線ケーブル類のもつインピーダンス成分の影響が避けられず、電力回路中にインピーダンスマッチング回路などを設ける必要が生じるため、装置構成が複雑になるし、経済的にも不利であるからである。

【0019】また、 $T_{on} + T_{off}$ の時間は、20マイクロ秒から16ミリ秒以下の範囲であることが好ましい。

【0020】図1の装置において、アノードは真空室と導電位（接地電位）であっても本発明の効果は変わりはなく、限定されるものではない。図2の波形は、矩形波であるが、正弦波の半波状でも、三角波状でも、鋸歯状でも、あるいはそれらの歪んだ波形でもよい。

【0021】本発明の電源6は、通常の直流電力とパルス電力の両方が出力できるものが好ましい。

【0022】

【実施例】

（実施例1）直径約150mm、面積177cm<sup>2</sup>の円盤状の銀のターゲット材を装着した図1の装置において、アルゴンガスを導入し厚さ100Åの銀の薄膜を得ようとした場合、従来の直流マグネトロンスパッタ装置では、300Wの電力（電力密度は1.7W/cm<sup>2</sup>）でスパッタすると約4秒で終了した。薄膜形成速度は毎

4

秒25Åである。放電電圧は465V、電流は0.6Aであった。

【0023】同じ装置を用いて、 $T_{on}$ を100マイクロ秒、 $T_{off}$ を200マイクロ秒とし、 $T_{on}$ の時のスパッタ電力を300Wとし、平均電力100W（平均電力密度は約0.6W/cm<sup>2</sup>）となるパルス電力を用いたところ、100Wという小さい電力で直流300Wで得られる良質の薄膜と同等な空孔の無い緻密な薄膜を作成することができた。銀薄膜形成時間は約12秒であった。

【0024】更に、 $T_{off}$ を900マイクロ秒に代えることで平均電力は30Wとなり、薄膜形成に要する時間も40秒程度とすることができ、シャッタの開閉速度や電源の負荷変動に対する応答速度といった装置上の影響を低くでき、再現性の良い薄膜を得ることができた。

【0025】

【発明の効果】本発明により、ターゲットの単位表面積あたりの平均電力密度が1W/cm<sup>2</sup>以下の時でも、大きな電力で薄膜形成した薄膜と同等な空孔等のない緻密な薄膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

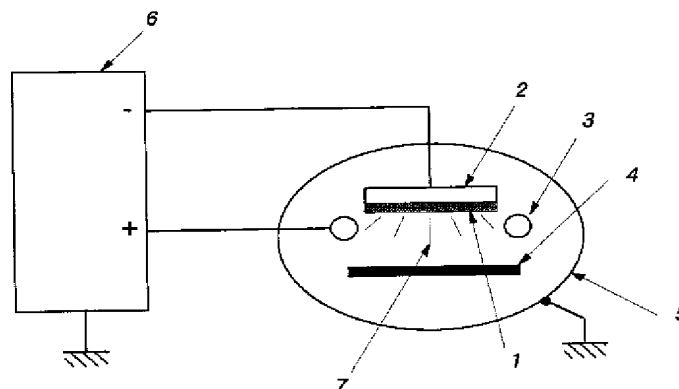
【図1】本発明に用いる装置の概略断面図

【図2】本発明に用いるパルス電力の波形

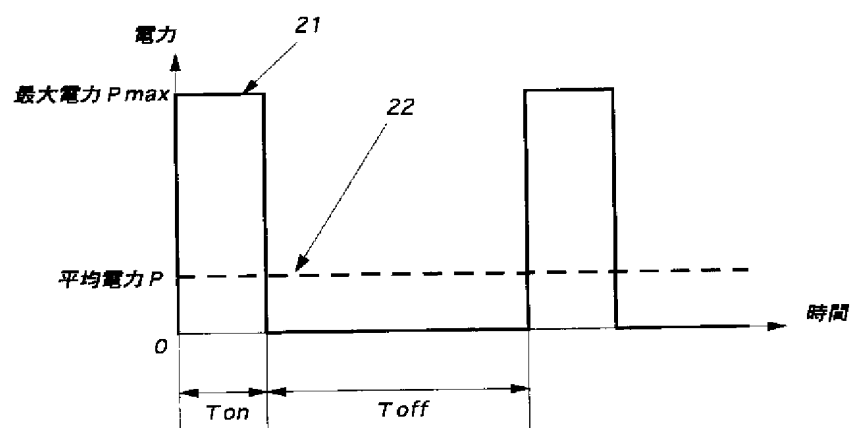
【符号の説明】

- 1：ターゲット材
- 2：カソード
- 3：アノード
- 4：基板
- 5：真空室
- 6：電源

【図1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山田 朋広  
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地  
旭硝子株式会社中央研究所内

**PAT-NO:** JP409296266A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 09296266 A  
**TITLE:** SPUTTERING METHOD  
**PUBN-DATE:** November 18, 1997

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
SHIMIZU, JUNICHI	
EBISAWA, JUNICHI	
SUZUKI, SUSUMU	
YAMADA, TOMOHIRO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
ASAHI GLASS CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP08113936  
**APPL-DATE:** May 8, 1996

**INT-CL (IPC):** C23C014/38 , C23C014/14

**ABSTRACT:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To form thin coating film by less electric power consumption, in a sputtering method in which a target is applied with periodical pulse-shaped electric power, by regulating the average electric power density to specified value or below and specifying the

charging time of the pulse-shaped electric power.

SOLUTION: A prescribed flow rate of gas is introduced into a vacuum chamber, and using a target in which a cathode electrode is mounted with a target material to form the material of thin film, periodical pulse-shaped electric power is applied to the target. In this sputtering method, a metallic target is used, the average electric power density of the electric power is regulated to  $\leq 1\text{W}/\text{cm}^2$  per unit surface area of the target, and as the pulse-shaped electric power, the one in which the ratio of the time for which the sputtering electric power is applied to the cathode/(the time for which the sputtering electric power is applied + the time for which the sputtering electric power is not applied) is regulated to 0.5 to 0.05 is used. By this method, the dense thin film equal to thin film formed by high electric power and free from pores or the like can be formed even in the case of  $\leq 1\text{W}/\text{cm}^2$  average electric power density.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO